

Pour postuler : michel.batteux@irt-systemx.fr selma.khebbache@irt-systemx.fr

Projet CRÉE : Couplage de la Simulation et de l'Optimisation pour la maintenance de systèmes industriels complexes

Contexte du projet CRÉE

Au sein de l'Institut de Recherche Technologique SystemX, situé au cœur du campus scientifique d'excellence mondiale de Paris-Saclay, vous prendrez une part active au développement d'un centre de recherche technologique de niveau international dans le domaine de l'ingénierie numérique des systèmes. Adossé aux meilleurs organismes de recherche français du domaine et constitué par des équipes mixtes d'industriels et d'académiques, ce centre a pour mission de générer de nouvelles connaissances et solutions technologiques en s'appuyant sur les percées de l'ingénierie numérique et de diffuser ses compétences dans tous les secteurs économiques.

L'IRT SystemX met en place les projets CRÉE : Coopération Recherche Étudiants Entreprise

Un projet CRÉE comprend 3 stages pour 3 étudiants, qui devront travailler ensemble pour répondre à une problématique industrielle. Ces stages offrent un environnement de travail unique aux étudiants stagiaires du fait de la proximité avec les équipes de recherche SystemX, d'un encadrement opérationnel effectué par des référents techniques de l'IRT, de contacts étroits avec de multiples partenaires industriels ou laboratoires académiques et un accès à des moyens mutualisés.

L'équipe d'étudiants sera encadrée par un binôme d'ingénieurs chercheurs SystemX dans le(s) domaine(s) de l'Ingénierie système, la sûreté de fonctionnement, l'Optimisation et le Calcul scientifique.

Le projet CRÉE est basé à l'IRT SystemX, sur le site du Moulon à Gif sur Yvette.

Contexte du projet CRÉE et des sujets de stage

La gestion de la maintenance d'installations industrielles est devenue, au fil des ans, un facteur de compétitivité. Une bonne stratégie de maintenance permet en effet de maintenir une disponibilité élevée des équipements, tout en minimisant les coûts liés aux interventions. Le principe à partir de ce stage CREE est l'élaboration de stratégies de maintenance de systèmes complexes en développant une approche de modélisation combinant optimisation et simulation, capable de reproduire le comportement dynamique des systèmes à maintenir en tenant compte de leurs fiabilités. L'objectif est d'offrir une vision d'un outil simple d'utilisation permettant, par la comparaison de différentes politiques de maintenance, de déterminer la gestion optimale de la maintenance dans les entreprises manufacturières (minimisation des coûts de maintenance et maximisation de la disponibilité du système).

Vous intégrerez donc une équipe de 3 étudiants pour réaliser l'objectif commun d'optimiser la gestion de la maintenance de systèmes industriels complexes, au moyen de la simulation stochastique événementielle ; ainsi que de permettre, via une interface graphique, le contrôle de cette optimisation, et la visualisation des scénarios de stratégies de maintenances.

Vous travaillerez également en collaboration avec le projet de recherche SystemX MPO dont les partenaires industriels sont Air Liquide, Apsys, EDF, EdgeMind et Safran, et les partenaires académiques sont CentralSupélec et IFSTTAR.

Les sujets de stages, de ce projet composé d'étudiants, se déclinent en :

- **STAGE 1** : Génération et analyse de scénarios de stratégies de maintenances de systèmes industriels complexes via la simulation stochastique événementielle
- **STAGE 2** : Optimisation de stratégies de maintenances de systèmes industriels complexes à partir de scénarios
- **STAGE 3** : Implémentation d'une interface graphique de représentation de scénarios de stratégies de maintenances

Pour postuler : Envoyer conjointement un CV et relevé de note M1/M2, en précisant pour quel stage vous postulez à :

- Michel Batteux michel.batteux@irt-systemx.fr
- Selma Khebbache selma.khebbache@irt-systemx.fr

Sujet de Stage 1 : Génération et analyse de scénarios de stratégies de maintenance de systèmes industriels complexes via la simulation stochastique événementielle

Durée et date de démarrage

Durée du stage : 6 mois

Date de démarrage envisagée : Février-Mars 2020

Présentation détaillée du sujet

Objectif du stage : La maintenance des équipements devient l'une des priorités de nombreuses entreprises industrielles. Une bonne stratégie de maintenance permet en effet de maintenir une disponibilité élevée des équipements, tout en minimisant les coûts liés aux interventions. L'objectif de ce premier stage est d'utiliser la modélisation de systèmes à événements discrets pour la production, via la simulation stochastique, et la comparaison de scénarios de stratégies de maintenances de systèmes industriels complexes.

Travaux du stage : Dans le cadre de ce stage, il est envisagé d'identifier et d'estimer les paramètres de la loi de fiabilité ou de dégradation des composants du système à considérer via les méthodes d'apprentissage automatique. Par la suite, il s'agira de procéder à la modélisation de plusieurs stratégies de maintenance via la simulation stochastique AltaRica 3.0 [1] en générant plusieurs scénarios. Chaque scénario simulé donne lieu à une évaluation d'un ensemble d'indicateurs pertinents définis au préalable. La simulation prend donc en entrée un modèle système instancié à partir de la bibliothèque de modélisation et un ensemble d'indicateurs. La dernière partie de ce stage consiste à évaluer les performances des critères de comparaison, en l'occurrence ici la disponibilité du système et les coûts engendrés. Le but par la suite est d'optimiser ces critères, le stagiaire travaillera en étroite collaboration avec deux autres stagiaires, pour la partie optimisation et visualisation.

Référence : [1] System validation with AltaRica 3.0 and stochastic simulation: a case study. B. Aupetit, M. Batteux, A. Rauzy & J.-M. Roussel. In Proceedings of the 20th IFAC World Congress. Toulouse, France. pp 11150-11155, July, 2017

Missions durant le stage :

- Par des méthodes d'apprentissage automatique, identifier les paramètres des lois de fiabilité ou de dégradation de composants d'un système.
- Modéliser plusieurs stratégies de maintenances de systèmes industriels complexes via un simulateur, en prenant en compte les données économiques.
- Simuler les scénarios à l'aide de la simulation stochastique OpenAltaRica
- Evaluer des critères de comparaison de performances (coûts et disponibilités) des différentes stratégies simulées.

Profil et compétences

De **formation BAC +5** dans les domaines de l'informatique, du génie logiciel, de l'automatique ou de la sûreté de fonctionnement.

Compétences :

- Ingénierie dirigée par les modèles ;
- Modélisation événementielle ;
- Programmation par script (Python, Perl, ...).

Aptitudes personnelles :

- Adaptabilité, réactivité ;
- Bon relationnel ;
- Travail en collaboration

Sujet de Stage 2 : Optimisation de stratégies de maintenances de systèmes industriels complexes à partir de scénarios

Durée et date de démarrage

Durée du stage : 6 mois

Date de démarrage envisagée : Février-Mars 2020

Présentation détaillée du sujet

Objectif du stage : La gestion de la maintenance d'installations industrielles est devenue, au fil des ans, un facteur de compétitivité. Une bonne stratégie de maintenance permet en effet de maintenir une disponibilité élevée des équipements, tout en minimisant les coûts liés aux interventions.

L'objectif est la planification de stratégies de maintenance de systèmes complexes en développant une approche de modélisation combinant optimisation et simulation [1], capable de reproduire le comportement dynamique des systèmes à maintenir en tenant compte de leurs fiabilités.

Travaux du stage : Dans le cadre de ce stage, il est envisagé d'analyser et optimiser des périodicités de maintenance de systèmes industriels complexes, à l'aide des méthodes d'optimisation multi-objectif (coût et disponibilité), en se reposant sur les scénarios de stratégies de maintenances simulés en stage 1. L'objectif est d'offrir une vision d'un outil simple d'utilisation permettant, par la comparaison de différentes politiques de maintenance, de déterminer la gestion optimale de la maintenance dans les entreprises manufacturières (minimisation des coûts de maintenance et maximisation de la disponibilité du système. Le problème d'optimisation on-line avec la possibilité dynamique d'intervention selon l'usage et l'historique de chaque système, sera étudié selon l'avancement du stage pour évaluer le gain potentiel d'une telle stratégie et faire face à aux aléas des pannes.

Références : [1] A. Alrabghi, A. Tiwari. State of the art in simulation-based optimisation for maintenance systems. Computer and Industrial Engineering 82 (2015), 167-182.

Missions durant le stage :

- Réaliser l'état de l'art sur les méthodes d'optimisation utilisées en planification de la maintenance.
- Implémenter des méthodes d'optimisations multi-objectif (exactes et/ou approchées) reposant sur la simulation des scénarios.
- Evaluation des performances des différentes stratégies de maintenances
- Utiliser des approches Machine Learning afin d'assurer une optimisation dynamique

Profil et compétences

De **formation BAC +5** dans le domaine de l'optimisation et la recherche opérationnelle

Compétences :

- Optimisation et Recherche opérationnelle ;
- Maitise d'un langage de programmation (Python, Java, C++)

Aptitudes personnelles :

- Adaptabilité, réactivité ;
- Bon relationnel ;
- Travail en collaboration.

Sujet de Stage 3 : Implémentation d'une interface graphique de représentation de scénarios de stratégies de maintenances de systèmes industriels complexes.

Durée et date de démarrage

Durée du stage : 6 mois

Date de démarrage envisagée : Février-Mars 2020

Présentation détaillée du sujet

Objectif du stage : La maintenance des équipements devient l'une des priorités de nombreuses entreprises industrielles. Une bonne stratégie de maintenance permet en effet de maintenir une disponibilité élevée des équipements, tout en minimisant les coûts liés aux interventions. L'objectif de ce stage est de créer une interface graphique de manipulation, suivant des objectifs d'optimisation, et de visualisation de différents scénarios simulés des stratégies de maintenances.

Travaux du stage : Dans le cadre de ce stage, il est envisagé d'implémenter une solution logicielle graphique de manipulation et de visualisation de scénarios simulés de stratégies de maintenances. Le travail associé sera donc d'abord de trouver le bon formalisme de représentation de tels scénarios. Ces scénarios étant exprimés sous forme événementielle, le formalisme en sera donc dépendant. Ce bon formalisme permettra que les scénarios soient non seulement facilement compréhensibles du point de vue de leur représentation graphique, mais aussi manipulable suivant les objectifs définis d'optimisation. Ensuite il s'agira d'implémenter ce formalisme de représentation en un outil logiciel, au moyen d'un langage d'interface graphique web ou système (Qt). Cet outil logiciel devra aussi communiquer avec la base de stockage des données des scénarios simulés, il sera nécessaire de spécifier et d'implémenter ces requêtes à cette base. Enfin la couche de manipulation suivant les objectifs d'optimisation sera à inclure dans l'outil.

Missions durant le stage :

- Réaliser un état de l'art des formalismes outillés de représentation graphique de scénarios événementielle.
- Implémenter l'outil de représentation et de manipulation graphique de scénarios de stratégies de maintenance, incluant les interfaces de communication avec la base de stockage des scénarios simulés.
- Implémenter et afficher les résultats liés à l'outil d'optimisation.

Profil et compétences

De **formation BAC +5** dans le domaine de l'informatique ou du génie logiciel.

Compétences :

- Génie logiciel
- Développement d'interfaces : javascript, D3.js
- Langage d'interface web et de requêtage de bases de données

Aptitudes personnelles :

- Adaptabilité, réactivité ;
- Bon relationnel ;
- Travail en collaboration.